

Liet. mat. rink. LMD darbai, 48/49, 2008, 181–185

Paklaidų korekcijos modelių taikymas Lietuvos infliacijai modeliuoti

Ana ČUVAK, Žilvinas KALINAUSKAS (VGTU)

el. paštas: ana.cuvak@fm.vgtu.lt, zkalinauskas@lb.lt

Reziumė. Šis straipsnis skirtas aprašyti Lietuvos infliacijos modeliavimą laikotarpiu nuo 1996 m. sausio mėn. iki 2007 m. gruodžio mėn. Pagrindinis darbo tikslas – parinkti vektorinės paklaidų korekcijos modelį (VPKM), tiksliausiai aprašantį Lietuvos infliacijos kitimą. Kadangi tiriami kintamieji yra nestacionarūs ir integruoti ne aukštesne nei pirma eile, todėl infliacijos modeliavimui pasiūlyta taikyti VPKM modelį.

Raktiniai žodžiai: infliacija, kointegracija, vektorinis paklaidų korekcijos modelis.

1. Įvadas

Infliaciniams procesams tirti galima pasitelkti vieną iš pagrindinių šiuolaikinės analizės instrumentų – ekonometrinį modeliavimą. Infliacinių procesų analizės bei modeliavimo tematikai skirta nemažai Lietuvos ir užsienio mokslininkų darbų. I. Vetlov [3], Ž. Kalinauskas [8] Lietuvos infliacijai modeliuoti ir prognozuoti siūlo taikyti ekonometrinius regresinius bei laiko eilučių modelius. L. Cesar [1], F. Fritzer, G. Moser [2] infliacijos modeliavimui taiko sudėtingesnius VAR ir VPKM laiko eilučių modelius. Statistiniai duomenys, kurie nusako Lietuvos infliacijos procesą, sudaro palygintinai ilgas laiko eilutes, o tai leidžia taikyti pažangius laiko eilučių ekonometrinės analizės metodus.

Dažniausiai infliacija apibrėžiama kaip suderinto vartojimo prekių ir paslaugų kainų indekso (SVKI) pokytis per analizuojamą laikotarpį. Todėl šio darbo tyrimo objektas yra Lietuvos infliacinius procesus nusakančio rodiklio – SVKI laiko eilutės. Darbo tikslas – pritaikyti vektorinės paklaidų korekcijos modelį (VPKM) Lietuvos infliacijai aprašyti. Šis modelis aprašo laiko eilutės trumpalaikius pokyčius bei jų sąryšį su kitomis tos pačios struktūros laiko eilutėmis, o taip pat atsižvelgia į infliacijos kitimo ilgu laikotarpiu įtaką trumpalaikiams pokyčiams. Tam į modelį įtraukiamos kointegravimo paklaidos.

2. Modelio aprašymas

Lietuvos infliacijai modeliuoti naudojamas mėnesinis SVKI. Statistikos departamentas prie Lietuvos Respublikos Vyriausybės jį skelbia išskaidytą į 12, 38 ir 93 prekių ir paslaugų grupes. Šiame darbe infliacijai modeliuoti naudojami 12 SVKI prekių ir paslaugų grupių indeksai, kurie modelyje žymimi taip: $V(1)$ – maisto produktai ir nealkoholiniai gėrimai; $V(2)$ – alkoholiniai gėrimai ir tabako gaminiai; $V(3)$ – drabužiai ir avalynė; $V(4)$ – būstas, vanduo, elektra, dujos ir kitas kuras; $V(5)$ –

būsto apstatymas, namų apyvokos įranga ir kasdienė būsto priežiūra; V(6) – sveikatos priežiūra; V(7) – transportas; V(8) – ryšiai; V(9) – poilsis ir kultūra; V(10) – švietimas; V(11) – viešbučiai, kavinės ir restoranai; V(12) – įvairios prekės ir paslaugos.

Visos 12 SVKI prekių ir paslaugų grupių indeksų laiko eilutės yra nestacionarios pirmos eilės integruotos $V_t(i) \sim I(1)$ ($i = 1, 2, \dots, 12$), todėl šiame darbe kintamųjų kointegruotumui nustatyti taikomas Johansen visos informacijos maksimalaus tikėtimumo (*Johansen VIMT*) metodas [4] ir infliacijai modeliuoti taikomas vektorinis paklaidų korekcijos modelis (VKPM¹). Vadovaujantis Johansen VIMT metodu sudaromas paprastas (be apribojimų) vektorinės autoregresijos (VAR) modelis [5, 6]. Sudaryto modelio lagų (vėlavimų) skaičius yra $p = 8$. VAR(8) modelio lygtis yra tokia:

$$V_t = c + \sum_{j=1}^8 A_j V_{t-j} + \varepsilon_t, \quad (1)$$

čia V_t – kintamųjų (12×1) vektorius (SVKI prekių ir paslaugų grupės); $\varepsilon_t \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)$ – modelio paklaidų (12×1) vektorius, tenkinantis baltąjo triukšmo savybes; A_j – modelio autoregresinių koeficientų (12×12) dimensijos matrica; c – konstantų (12×1) vektorius; t – laiko indeksas, $t = 1, 2, \dots, T$. Tada i -tosios prekių ir paslaugų grupės SVKI lygtis atrodo taip:

$$V_t(i) = c(i) + \sum_{i=1}^{12} \sum_{j=1}^8 A_{i,j} V_{t-j}(i) + \varepsilon_t(i), \quad (2)$$

čia c – konstanta; $A_{i,j}$ – matricos A elementai (parametrai), t – laiko indeksas, $t = 1, 2, \dots, T$. Indeksai i ir j atitinkamai žymi prekių ir paslaugų grupes (nuo 1 iki 12) ir vėlavimų (lagų) skaičius (nuo 1 iki 8).

VAR(8) modelį (1) nesunku pertvarkyti į VKPM [7] pavidalą. Lietuvos infliacijos vektorinio paklaidų korekcijos modelio (VPKM(7,11)) lygtis yra tokia:

$$\Delta V_t = g + \Pi e_{t-1} + \sum_{j=1}^7 (\Phi_j \Delta V_{t-j}) + u_t, \quad (3)$$

čia $\Pi = \sum_{j=1}^p A_j - I$ ir $\Phi_j = -\sum_{k=j+1}^p A_k$; $u_t \sim N(0, \sigma_u^2)$ – modelio paklaidų (12×1) vektorius, tenkinantis baltąjo triukšmo savybes; g – konstantų (12×1) vektorius; e_t – kointegracijos paklaidų korekcijos kintamasis; Π – korekcijos koeficientų (12×1) vektorius; Φ_j – modelio koeficientų (12×12) matrica; Δ – skirtumo operatorius; t – laiko indeksas, $t = 1, 2, \dots, T$.

3. VPKM(7,11) modelio įvertinimas

Visoms 12 SVKI laiko eilutėms, laikotarpiu nuo 1996 m. sausio iki 2007 m. gruodžio, būdingos nestacionarumo savybės. Modelio parametrų įverčiams skaičiuoti naudotas

¹ angl. – *Vector Error Correction Model*

mažiausių kvadratų metodas. Parametrų įverčių reikšmingumas tikrinamas remiantis t statistika. Iš lygčių pašalinami tie rodikliai, kurių parametrų įverčių t statistika mažesnė už 5% reikšmingumo lygmens kritinę reikšmę. Po kiekvieno ciklo nereikšmingų koeficientų reikšmės prilyginamos nuliui. 12 SVKI grupių eilučių stacionarumui tikrinti panaudotas išplėstinis *Dickey-Fuller* (ADF) testas. Taikant ADF testą į testo lygties specifikaciją įtraukti ir determinuoti veiksniai (konstanta ir trendas), nes nežinomas tikrasis stebėjimus sukuriantis procesas. Atskirais atvejais testo lygtis vertinama ir be determinuotų veiksmių. Nustatyta, kad prekių ir paslaugų grupių indeksų laiko eilutės yra nestacionarios ir pirmos eilės integruotos $V_t(i) \sim I(1)$.

Įvertintas modelis toliau žymimas VPKM(7,11). Modelį VPKM(7,11) sudaro 12 endogeninių kintamųjų $V_t(1), \dots, V_t(12)$ ir 11 papildomų paklaidų korekcijos kintamųjų. Ilgalaiķių ryši tarp 12 SVKI prekių ir paslaugų grupių parodo kointegracijos koeficientų ir korekcijos koeficientų vektoriai.

Nenorėdami išplėsti šio darbo apimties žemiau pateiksime tik pirmosios SVKI grupės įvertinto modelio VPKM(7,11) kintamųjų tapatybę su parametrų įverčių skaitinėmis reikšmėmis ir jų reikšmingumo lygmenimis (skliausteliuose), t.y. tikimybėmis, kad parametro įverčio reikšmė lygi nuliui.

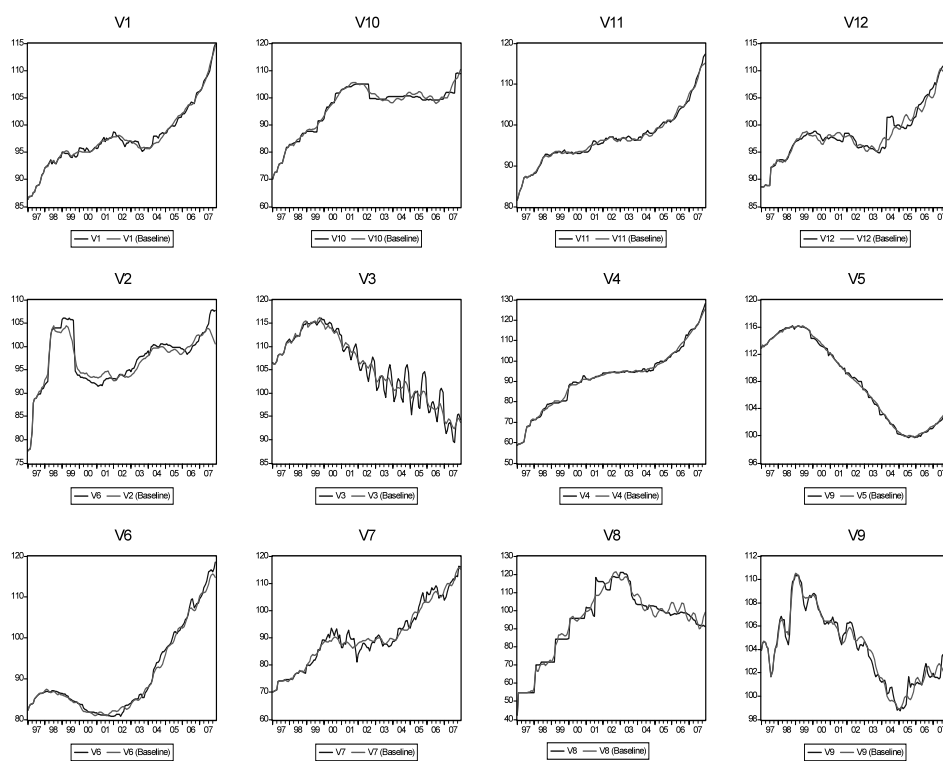
$$\begin{aligned}
 \Delta V_t(1) = & -0.451 * (V_{t-1}(6) + 6.111 * V_{t-1}(9) - 725.304) - 0.146 * (V_{t-1}(8) \\
 & \quad (0,000) \quad (0,000) \quad (0,001) \quad (0,000) \\
 & - 9.706 * V_{t-1}(9)) + 0.773 * \Delta V_{t-1}(6) + 0.703 * \Delta V_{t-6}(6) - 0.444 * \Delta V_{t-1}(7) \\
 & \quad (0,000) \quad (0,000) \quad (0,000) \quad (0,000) \\
 & - 0.351 * \Delta V_{t-2}(7) - 0.353 * \Delta V_{t-3}(7) - 0.216 * \Delta V_{t-5}(7) - 0.176 * \Delta V_{t-7}(7) \\
 & \quad (0,000) \quad (0,000) \quad (0,000) \quad (0,002) \\
 & + 0.047 * \Delta V_{t-3}(8) + 0.104 * \Delta V_{t-3}(9) + 0.021 * \Delta V_{t-1}(10) - 0.237 * \Delta V_{t-7}(10) \\
 & \quad (0,000) \quad (0,042) \quad (0,000) \quad (0,000) \\
 & - 0.032 * \Delta V_{t-1}(11) - 0.168 * \Delta V_{t-3}(11) - 0.193 * \Delta V_{t-5}(11) + 0.550 * \Delta V_{t-2}(12) \\
 & \quad (0,001) \quad (0,000) \quad (0,000) \quad (0,000) \\
 & + 1.016. \\
 & \quad (0,002)
 \end{aligned}$$

1 lentelėje pateikti VPKM(7,11) modelio įvertinimo statistikų rezultatai byloja, jog modelio lygčių aprašomumas yra gana tikslus, mažos informacinių kriterijų reikšmės rodo, kad modelio lagų skaičius tinkamai parinktas, visos sistemos paklaidos yra normaliojo skirstinio ir homoskedastiškos. Todėl galima teigti, jog modelis gana tiksliai aprašo faktinių duomenų kitimą. 1 pav. pateiktas grafinis kintamųjų faktinių reikšmių ir modelio apskaičiuotų reikšmių vaizdavimas tai patvirtina.

Taikant įvertintą VPKM(7,11) modelį apskaičiuotos viso SVKI trumpalaikės, laikotarpio nuo 2008 m. sausio iki 2008 m. rugsėjo, prognozės buvo palygintos su Lietuvos Vyriausybės ir Statistikos departamento prie LRV skelbiamomis atitinkamo laikotarpio prognozėmis. Nustatyta, kad viso SVKI VPKM(7,11) modelio apskaičiuotų prognozių paklaida neviršija užsibrėžtos 5% kritinės paklaidų ribos.

1 lentelė. VPKM (7,11) modelio, įvertinto Johansen VIMT metodu, rezultatai

$\Delta V_t(i)$	\bar{R}^2	Akaike AIC	Schwartz SC	SSR
$\Delta V_t(1)$	0,89	2,0556	4,2618	11,86
$\Delta V_t(2)$	0,84	3,2442	5,4503	38,94
$\Delta V_t(3)$	0,97	1,8840	4,0901	9,93
$\Delta V_t(4)$	0,83	2,7698	4,9760	24,23
$\Delta V_t(5)$	0,95	-0,8552	1,3510	0,65
$\Delta V_t(6)$	0,88	1,1085	3,3147	4,6
$\Delta V_t(7)$	0,81	3,5993	5,8055	55,55
$\Delta V_t(8)$	0,86	4,7979	7,0041	184,16
$\Delta V_t(9)$	0,93	1,1352	3,3413	4,72
$\Delta V_t(10)$	0,81	2,5729	4,7791	19,90
$\Delta V_t(11)$	0,91	0,4482	2,6544	2,37
$\Delta V_t(12)$	0,80	2,1905	4,3967	13,5



1 pav. SVKI 12 grupių faktinės ir VPKM(7,11) modeliu apskaičiuotos (Baseline) kreivės.

4. Apibendrinimas

Lietuvos infliacijai pritaikytas vektorinis paklaidų korekcijos modelis. Modeliui sudaryti panaudotos 12 SVKI prekių ir paslaugų kainų indeksų laiko eilutės. Įvertintas modelis VPKM(7,11) aprašo trumpalaikį sąryšį, įvertinantį ir ilgalaikį kitimą (kointegravimo poveikį), tarp 12 pagrindinių SVKI grupių. Atlikta vektorinio paklaidų korekcijos modelio parinkimo infliaciniams procesams modeliuoti analizė leidžia daryti išvadą, kad VPKM modelių taikymas, modeliuojant Lietuvos infliacinius procesus, turi keletą privalumų:

- VPKM modelis gali būti taikomas SVKI kitimui modeliuoti, trumpalaikėms prognozėms skaičiuoti ir turi didesnę modeliavimo galią nei kiti struktūriniai ekonometriniai modeliai.
- VPKM gali būti taikomas Lietuvos infliacijos procesų analizei, kuomet aprašomi SVKI grupių tarpusavio sąryšiai.
- Modeliuojant infliaciją (parenkant VPKM modelį) buvo atsižvelgta tik į endogeninius kintamuosius (12 SVKI laiko eilučių), tačiau dar reikėtų atsižvelgti ir į egzogeninius kintamuosius, kurie daro esminį poveikį infliacijos kitimui. Tokie egzogeniniai kintamieji galėtų būti pasaulinių naftos ir dujų kainų indeksai, vartojimo mokesčiai bei reguliuojamos kainos.

Literatūra

1. L. Ceasar, Forecasting swiss inflation using VAR models, *Swiss National Bank Economic Studies*, **2** (2006).
2. F. Fritzer, G. Moser, J. Scharler, Forecasting Austrian HICP and its components using VAR and ARIMA models, *Oesterreichische Nationalbank, Working Paper*, **73** (2002).
3. I. Vetlov, Lietuvos infliacijos inercijos analizė, *Pinigų studijos*, **3**, 5–16 (2000).
4. S. Johansen, Estimation and hypothesis testing of cointegrating vectors in Gaussian vector autoregressive models, *Econometrica*, **59**, 1551–1580 (1991).
5. J. Hamilton, *Time Series Analysis*, Princeton University, Princeton (1994).
6. H. Lutkepohl, *Vector Autoregression Models*, Companion to Theoretical Econometrics (2003).
7. H. Lutkepohl, *Vector Autoregressive and Vector Error Correction Models*, Institute of Statistics and Econometrics (2001).
8. Ž. Kalinauskas, *Lietuvos gamybos ir infliacinių procesų matematinis modeliavimas*, daktaro disertacija (2000).

SUMMARY

A. Čuvak, Ž. Kalinauskas. Application of error correction models for Lithuanian inflation

This paper is devoted to the Lithuanian inflation modelling. The main goal of this work is to apply Vector Error Correction Model for Lithuanian inflation. All inflation indicators are integrated of order one, consequently VECM model of Lithuanian inflation processes is investigated and proposed for modelling.

Keywords: consumer price inflation, vector error correction model, cointegration.